

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Thermische Nutzung des Untergrunds  
Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen

VDI 4640

Blatt 2 / Part 2

Thermal use of the underground  
Ground source heat pump systems

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung . . . . .	2	Preliminary note . . . . .	2
Einleitung . . . . .	3	Introduction . . . . .	3
<b>1 Anwendungsbereich</b> . . . . .	<b>4</b>	<b>1 Scope</b> . . . . .	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweise</b> . . . . .	<b>4</b>	<b>2 Normative references</b> . . . . .	<b>4</b>
<b>3 Begriffe</b> . . . . .	<b>4</b>	<b>3 Terms and definitions</b> . . . . .	<b>4</b>
<b>4 Formelzeichen und Abkürzungen</b> . . . . .	<b>5</b>	<b>4 Symbols and abbreviations</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>5 Thermische Nutzung des Grundwassers mit Brunnenanlagen</b> . . . . .	<b>7</b>	<b>5 Thermal use of groundwater with well systems</b> . . . . .	<b>7</b>
5.1 Auslegung . . . . .	7	5.1 Design . . . . .	7
5.2 Errichtung und Inbetriebnahme der Anlage . . . . .	13	5.2 Construction and commissioning of the system. . . . .	13
<b>6 Nutzung des oberflächennahen Untergrunds mit Erdwärmekollektoren</b> . . . . .	<b>19</b>	<b>6 Use of the shallow underground using ground heat collectors</b> . . . . .	<b>19</b>
6.1 Auslegung horizontaler Erdwärmekollektoren . . . . .	20	6.1 Design of horizontal ground heat collectors . . . . .	20
6.2 Installation . . . . .	22	6.2 Installation. . . . .	22
<b>7 Nutzung des Untergrunds mit Erdwärmesonden</b> . . . . .	<b>25</b>	<b>7 Use of the underground with borehole heat exchangers</b> . . . . .	<b>25</b>
7.1 Thermische Auslegung. . . . .	27	7.1 Thermal design . . . . .	27
7.2 Hydraulische Auslegung von Erdwärmesondenanlagen . . . . .	38	7.2 Hydraulic design of borehole heat exchanger systems. . . . .	38
7.3 Installation/Errichtung der Anlage. . . . .	42	7.3 Installation/construction of system . . . . .	42
<b>8 Besonderheiten von Anlagen mit Direktverdampfung</b> . . . . .	<b>61</b>	<b>8 Special features of systems with direct expansion</b> . . . . .	<b>61</b>
8.1 Auslegung . . . . .	61	8.1 Design . . . . .	61
8.2 Installation . . . . .	62	8.2 Installation. . . . .	62
8.3 Inbetriebnahme. . . . .	63	8.3 Commissioning . . . . .	63
<b>9 Besonderheiten weiterer Wärmequellenanlagen/Wärmesenkenanlagen</b> . . . . .	<b>64</b>	<b>9 Characteristics of other heat source systems/heat sink systems</b> . . . . .	<b>64</b>
9.1 Gründungspfähle als Wärmeträger – Energiepfähle. . . . .	64	9.1 Foundation piles as heat exchangers – energy piles . . . . .	64
9.2 Erdberührte Betonbauteile als Wärmeüberträger. . . . .	67	9.2 Ground-contact concrete elements as heat exchangers. . . . .	67
9.3 Geothermie in Tunnelbauwerken . . . . .	68	9.3 Geothermal energy in tunnels. . . . .	68
9.4 Kompakte Erdwärmekollektoren . . . . .	70	9.4 Compact ground heat exchangers. . . . .	70
9.5 Speichersonden. . . . .	73	9.5 Storage-type borehole heat exchangers . . . . .	73

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Energietechnik

VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

Inhalt	Seite
<b>10 Systemeinbindung</b> . . . . .	74
10.1 Verteiler und Sammler. . . . .	75
10.2 Armaturen und Pumpen. . . . .	75
10.3 Anschlussleitungen zwischen Verteiler und Wärmepumpe . . . . .	75
10.4 Dimensionierung der Rohrleitungen und Pumpen . . . . .	75
<b>11 Wärmenutzungsanlagen</b> . . . . .	76
11.1 Erdgekoppelte Wärmepumpe . . . . .	76
11.2 Betriebsweisen von Wärmepumpen . . . . .	76
11.3 Bauaustrocknung . . . . .	81
11.4 Austausch von Wärmepumpen . . . . .	81
<b>12 Materialien für Wärmequellenanlagen</b> . . . . .	82
12.1 Materialeigenschaften polymerer Werkstoffe.82	
12.2 Materialeigenschaften nicht polymerer Materialien. . . . .	84
<b>13 Verhalten in Störfällen und Rückbau erdgekoppelter Wärmepumpenanlagen</b> . . . . .	86
13.1 Verhalten in Störfällen. . . . .	86
13.2 Rückbau der Wärmepumpe . . . . .	87
13.3 Rückbau der Wärmequellenanlage . . . . .	87
<b>Anhang A</b> Auslegungstabellen für Erdwärmekollektoren. . . . .	88
<b>Anhang B</b> Auslegungstabellen für Erdwärme- sonden . . . . .	100
<b>Anhang C</b> Druckverlustdiagramme . . . . .	118
<b>Anhang D</b> Verfüllung von Erdwärmesonden (Beispiel für Verfüllprotokoll) . . . . .	119
<b>Anhang E</b> Randbedingungen für Prüfverfahren zur Bestimmung des Einflusses von Verfüllbaustoffen bei Frost-Tau-Wechseln. . . . .	121
<b>Anhang F</b> Weitere Wärmequellen/Wärmesenken . . . . .	122
Schrifttum. . . . .	135

Contents	Page
<b>10 System integration</b> . . . . .	74
10.1 Manifolds and headers . . . . .	75
10.2 Fittings and pumps . . . . .	75
10.3 Connecting pipes between manifold and heat pump . . . . .	75
10.4 Dimensioning of pipes and pumps. . . . .	75
<b>11 Heat utilisation systems</b> . . . . .	76
11.1 Ground source heat pump . . . . .	76
11.2 Operating modes of heat pumps . . . . .	76
11.3 Building drying. . . . .	81
11.4 Heat pump replacement . . . . .	81
<b>12 Materials for heat source systems</b> . . . . .	82
12.1 Properties of polymer materials . . . . .	82
12.2 Properties of non-polymer materials . . . . .	84
<b>13 What to do in case of disruptions – Removal of ground source heat pump systems</b> . . . . .	86
13.1 What to do in case of disruptions . . . . .	86
13.2 Removal of heat pump . . . . .	87
13.3 Removal of heat source system . . . . .	87
<b>Annex A</b> Design tables for ground heat collectors . . . . .	88
<b>Annex B</b> Design tables for borehole heat exchangers . . . . .	100
<b>Annex C</b> Pressure loss diagrams . . . . .	118
<b>Annex D</b> Grouting of borehole heat exchangers (sample grouting report) . . . . .	120
<b>Annex E</b> Boundary conditions for test procedures to determine the behaviour of grouting materials subject to freezing-thawing-cycles . . . . .	121
<b>Annex F</b> Other heat sources/heat sinks . . . . .	122
Bibliography. . . . .	135